

ANALISIS PARAMETER-PARAMETER YANG MEMPENGARUHI KUALITAS TRANSMISI SIGNAL TO NOISE RATIO (SNR) SERAT OPTIK DI PT.TELKOM, TBK STO JATINEGARA RUAS JATINEGARA-CIKUPA

¹⁾Yetha Vionita ²⁾Arum Setyowati

Pendidikan Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Abstract

In the information signal transmission using optical fiber transmission media, there are things that affect the quality of the transmitted signal. Signal To Noise Ratio (SNR) is one parameter in determining the transmission quality. This research has a purpose to analyze the parameters that affect the quality of transmission, especially Signal To Noise Ratio (SNR) optical fiber in PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara. The case study on Jatinegara-Cikupa segment by using tools such as application Network Management System (NMS) and using a calculation Signal To Noise Ratio (SNR) in the optical fiber.

By using the application Network Management System (NMS) it will get the value of a Signal To Noise Ratio (SNR) occurring and its parameters such as received power, transmitted power, total attenuation and power value. The results are then compared using manual calculation using a formula that is based on literature based on datasheet photodetector used. Further research is done by taking a sample of 30 measurement data to determine the parameters that affect Signal To Noise Ratio (SNR).

Standardization value Signal To Noise Ratio (SNR) according PT.Telkom is $\geq 21,5$ dB and standardization of total attenuation is ≤ 30 dB. The results showed a Signal To Noise Ratio (SNR) in good condition is above average $\geq 21,5$ dB as well as total attenuation value. The calculation results approaching measurement results that declared the formula Signal To Noise Ratio (SNR) can be used. Where the measurement results 27,67 dB compared with the calculation result that is 27,96 dB. Further research showed that the total attenuation value and the power value is a parameter that gives the most influence on changes in the quality of transmission of the Signal To Noise Ratio (SNR) optical fiber.

Keywords: Optical Fiber, Transmission Quality, Signal To Noise Ratio (SNR)

I. PENDAHULUAN

Salah satu hal yang paling penting dalam dunia telekomunikasi adalah menyediakan media komunikasi yang baik pelayanan. Media tersebut dapat berupa kabel koaksial, serat optik, *microwave*, dan sebagainya. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat baik digunakan sebagai saluran komunikasi.

Jika sinyal mengalir terlalu jauh, maka bisa menurunkan kualitas sinyalnya sehingga stasiun penerimaannya tidak mampu lagi menginterpretasikan dan komunikasi akan gagal. Kejadian tersebut sering muncul pada sistem transmisi dan munculnya konstanta pelemahan dihasilkan oleh berbagai proses yang cukup kompleks dalam suatu media transmisi. Transmisi data tergantung pada kualitas sinyal yang ditransmisikan dan karakteristik media transmisi. Dengan adanya gangguan transmisi, kualitas sinyal akan menurun dan jenis media transmisi yang digunakan akan mempengaruhi besarnya redaman selama proses transmisi.

Dalam menentukan kualitas transmisi digunakan parameter *signal to noise ratio* (SNR) atau *Bit Error Rate* (BER). Untuk mendapatkan kualitas sinyal yang baik, jarak

merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas sinyal dan semakin tinggi *signal to noise ratio* (SNR) maka semakin baik mutu komunikasinya. *signal to noise ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya *noise* pada suatu titik yang sama. Berdasarkan hal tersebut penulis ingin meneliti kualitas transmisi pada *signal to noise ratio* (SNR) serat optik dengan menganalisis parameter-parameter yang mempengaruhinya

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui kinerja atau performansi suatu jaringan serat optik serta mendapatkan informasi tentang berbagai parameter yang dapat mempengaruhi kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik.

II. LANDASAN TEORI

Media Transmisi Serat Optik

Serat optik merupakan salah satu media transmisi komunikasi optik yang cukup handal. Dipilihnya alternatif ini karena serat optik mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh media transmisi yang lain. Sesudah

tahun 1970, ketika mulai terdapat serat optik dengan susutan lebih kecil dari 20 dB/km, perkembangannya semakin dipacu. Dengan bahan-bahan dasar yang makin murni dan teknik pembuatan yang makin teliti, koefisien susutan dapat mencapai kurang dari 5db/km. Serat optik adalah sebuah bahan transparan yang sangat jernih, atau kabel yang terbuat dari bahan semacam ini, yang dapat digunakan untuk mentransmisikan gelombang cahaya. (John Crisp & Barry Elliot, 2006) Serat optik membentuk kabel yang sedemikian halus hingga ketebalan mencapai 1 mm untuk dua puluh helai serat. Serat ini ringan dan kapasitas kanalnya sangat besar.

Detektor Cahaya Serat Optik

Transducer merupakan suatu alat yang mengubah suatu besaran fisis ke besaran fisis lainnya. Secara umum besaran-besaran fisis terbagi atas : besaran fisis optis (cahaya), mekanik, thermal, dan listrik. Detektor cahaya merupakan *transducer* yang mengubah besaran optis cahaya menjadi besaran listrik. Detektor adalah bagian integral dari seluruh sistem komunikasi serat optik, yang terletak pada bagian penerima. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh *detector* pada sistem transmisi dengan serat optik adalah :

1. Kepekaan (sensitivitas) yang tinggi
2. Panjang gelombang harus sama tepat dengan yang digunakan oleh sumber cahaya
3. *Bandwidth* yang mencukupi dan waktu tanggapnya tinggi (*responsivity*) untuk mengakomodasi laju informasi
4. Efisiensi konversi sinyal optis ke sinyal listrik tinggi
5. *Noise* rendah
6. Reliabilitas tinggi dan tidak terpengaruh oleh perubahan suhu.

Prinsip kerja *detector* cahaya adalah mendeteksi gelombang cahaya yang datang dan mengubahnya menjadi isyarat listrik yang berisi isyarat informasi yang dikirim. Arus listrik tersebut kemudian diperkuat untuk selanjutnya diolah sehingga diperoleh kembali isyarat informasi yang dikirimkan. (Thomas Sri Widodo, 1995)

Definisi Kualitas Transmisi Serat Optik

Kualitas transmisi merupakan kualitas dari sinyal itu sendiri dan juga dari media transmisi yang digunakan. Transmisi adalah pergerakan informasi melalui sebuah media telekomunikasi. Transmisi memperhatikan

pembuatan saluran yang dipakai untuk mengirim informasi, serta memastikan bahwa informasi sampai secara akurat dan dapat diandalkan. Transmisi merupakan bagaimana suatu data dapat dikirimkan dari suatu alat dan diterima oleh alat lain.

Signal to Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio atau SNR adalah ukuran yang digunakan dalam mengukur kualitas sinyal atau kualitas transmisi yang diterima pada sisi penerima dalam transmisi analog. *Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya *noise* pada suatu titik yang sama. *Signal to Noise Ratio* (SNR) dapat menentukan kinerja atau performansi jaringan serat optik. Semakin besar nilai SNR, maka semakin tinggi kualitas jalur transmisi tersebut. Artinya, makin besar pula kemungkinan jalur transmisi tersebut dipakai untuk lalu-lintas komunikasi data dan sinyal dalam kecepatan tinggi.

Parameter-parameter yang Mempengaruhi Signal to Noise Ratio (SNR) Serat Optik

Parameter-parameter tersebut dapat dilihat dengan menggunakan turunan rumus *Signal to noise ratio* (SNR). Untuk *Signal to noise ratio* (SNR) pada masukkan dari penguat dinyatakan dengan (Gerd Keiser, 1991) :

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}}$$

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{signal power from photocurrent.}}{\text{photodetector noise power + amplifier noise power}}$$

$$\frac{S}{N} = \frac{i_p^2 \cdot M^2}{2 q (i_p + i_D) B M^2 F(M) + \frac{4 K T_{eff} B}{R_L}}$$

1. Signal Power

Signal Power atau kekuatan sinyal merupakan kuat sinyal yang diterima pada *receiver*. Ukuran *signal power* dinyatakan dalam ampere (A). Besar kekuatan sinyal di penerima ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Signal Power : } i_s^2 &= i_p^2 \cdot M^2 \\ i_s^2 &= \left(\frac{n q}{h v} \cdot P_r \right)^2 \cdot M^2 \\ i_s^2 &= (R \cdot P_r)^2 \cdot M^2 \end{aligned}$$

Dimana :

Signal Power (i_s)	= Kekuatan Sinyal (A)
i_p	= Arus foto primer dibangkitkan (W)
$(nq)/(hv) = R$	= Responsivitas (A/W)

η = efisiensi quantum (%)

q atau muatan electron (C) = $1,6 \times 10^{-19}$ J/ eV

h atau konstanta planck = 6.625×10^{-34} J.s

$h\nu$ = energi photon (kWh)

P_r = Daya sinyal optik yang diterima (W)

M = Tambahan daya sinyal pada detector cahaya (apabila yang digunakan adalah APD).

Responsivitas tergantung pada *photodetector* dan panjang gelombang (λ) yang digunakan, Responsivitas dapat dilihat melalui *datasheet*. Daya sinyal yang diterima (P_r) merupakan hasil daya yang dikirim (P_t) oleh pemancar optik dikurangi dengan redaman total. Daya sinyal yang diterima juga dapat diperoleh melalui pengukuran. Jadi yang menjadi parameter signal power adalah daya yang diterima (P_r), daya yang dikirim (P_t), redaman total (α) dan tambahan daya sinyal pada *detector* cahaya (apabila yang digunakan adalah APD).

1. Daya Sinyal yang Diterima (P_r)

Daya sinyal yang diterima (P_r) merupakan daya sinyal yang diterima diperangkat penerima serat optik. Daya sinyal yang diterima (P_r) dinyatakan dalam *decibel* (dB). Perhitungan daya sinyal yang diterima dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$P_r = P_t - \alpha_{tot}$$

$$P_r = P_t - L_{f_{tot}} - L_{S_{tot}} - L_{C_{tot}} - L_{SP} - M$$

Dimana : P_r = Daya sinyal yang diterima (dBm)

P_t = Daya optik yang dipancarkan dari sumber cahaya (dBm)

α_{tot} = Redaman total (dB)

$L_{f_{tot}}$ = Redaman kabel serat optik (dB/Km)

$L_{S_{tot}}$ = Redaman splice atau sambungan (dB)

$L_{C_{tot}}$ = Redaman connector (dB)

L_{SP} = Redaman splitter (dB)

M = Loss margin (biasanya diambil 3 dB)

2. Responsivitas (R)

Responsivitas (*responsivity*) untuk mengukur dari arus keluar yang diberikan pada *power* cahaya ke dalam *diode*.

$$R \text{ atau Responsivitas (A/W)} = \frac{n q}{h \nu}$$

Dimana : η = efisiensi quantum (%)

q = muatan electron (C) = $1,6 \times 10^{-19}$ J/ eV

h = konstanta planck = 6.625×10^{-34} J.s

$h \nu$ = energi photon (kWh)

Responsivitas disebut juga dengan ketanggapan. Ketanggapan (p) adalah perbandingan arus keluaran dengan daya optik masukan, atau dengan persamaan (Thomas Sri Widodo, 1995):

$$P = \frac{i}{P_r}$$

Dengan p = ketanggapan (ampere/watt)

i = arus keluaran detector (ampere)

P_r = daya optik masukkan (watt)

Responsivitas dapat diketahui melalui *datasheet photodetector* yang digunakan bukan melalui pengukuran, jadi responsivitas bukan merupakan parameter yang mempengaruhi. Setelah daya yang diterima (P_r) didapatkan, maka dikonversikan dalam bentuk *Watt*, maka akan didapatkan nilai *Signal Power* (A).

3. Daya Sinyal yang Dipancarkan (P_t)

Daya Sinyal yang Dipancarkan (P_t) merupakan daya sinyal yang dikirim atau dikeluarkan oleh perangkat pengirim ke serat optik. Daya Sinyal yang Dipancarkan (P_t) merupakan cahaya yang tergantung dengan sumber optik yang digunakan. Namun untuk jarak jauh biasanya menggunakan sumber optik LASER. Untuk sumber cahaya LASER rentangnya yaitu -12 s/d +3 dBm dan sumber cahaya LED yaitu -33 s/d -10 dBm.

4. Redaman Total (α_{tot})

Redaman adalah turunya level tegangan sinyal yang diterima akibat karakteristik media. Redaman merupakan gangguan dalam sistem komunikasi yang mempengaruhi *performance* dari sistem komunikasi. Menurut rekomendasi ITU-T, kabel serat optik jenis G.655 harus mempunyai koefisien redaman 0,35 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm. Untuk nilai redaman total tidak boleh lebih dari 30 dB menurut standar

perusahaan PT.Telkom. Berikut keterangan redaman total yang dihasilkan :

$$L_{f_{tot}} = L \times L_f = \text{jarak (Km)} \times \text{loss kabel serat optik (dB/Km)}$$

$$L_{S_{tot}} = N_s \times L_s = \text{jumlah splice} \times \text{loss splice (dB)}$$

$$L_{C_{tot}} = N_c \times L_c = \text{jumlah connector} \times \text{loss connector (dB)}$$

$$L_{SP} = \text{Loss splitter diambil nilai redaman terendah (dB)}$$

$$M = \text{Loss margin (biasanya diambil 3 dB)}$$

2.. Noise Power

Noise Power disebut juga dengan derau. Derau adalah sinyal-sinyal yang tidak diinginkan yang selalu ada dalam suatu sistem transmisi. Level noise yang cukup besar akan terasa mengganggu pada sisi penerima. Sumbangan daya noise di detector cahaya (receiver) pada sistem komunikasi serat optik ada 3 macam yaitu: thermal noise, noise dark current dan shot noise.

$$\text{Noise Power} = \text{Noise dark current} + \text{Shot noise current} + \text{Thermal noise current}$$

1. Arus gelap (Noise dark current)

Arus gelap yaitu arus balik (reverse current) kecil yang mengalir melalui prasikap balik (reverse bias diode). Arus gelap ini terjadi pada setiap diode yang dikenal dengan arus bocor balik (reverse leakage current). Kondisi arus yang dibangkitkan oleh arus balik yang ada pada kondisi gelap dalam diode P-N junction dibias balik pada kondisi gelap maka akan sedikit arus yang melewatinya. Sumbangan arus gelap terhadap daya noise dirumuskan sebagai berikut (Gerd Keiser, 1991):

$$\text{Noise dark current } (i_{DB}^2) = 2 q i_D M^2 F(M) B$$

$$\text{Dimana : Noise dark current } (i_{DB}^2) = \dots A$$

$$q = \text{muatan elektron } (1,6.10^{-19} \text{ c})$$

$$i_D = \text{arus gelap (A)}$$

$$M = \text{Tambahan daya sinyal pada detector cahaya (apabila yang digunakan adalah APD)}$$

$$F(M) = \text{Noise figure, menunjukkan kebaikan penguat dalam memproses sinyal. Pada sistem komunikasi serat optik}$$

$$F(M) = Mx \text{ dimana } x \text{ adalah akses faktor dari gain } (0 < X < 1)$$

$$B = \text{Bandwidth detector cahaya (Hz)}$$

2. Derau tembakan atau tumbukan (Shot noise current)

Derau tembakan terjadi karena adanya ketidak linearan pada sistem. Sumbangan shot noise pada total noise serat optik dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Shot noise current } (i_Q^2) = 2q i_p B M^2 F(M)$$

$$\text{Dimana : Shot noise current} = \dots A$$

$$Q = \text{muatan elektron } (1,6.10^{-19} \text{ c})$$

$$i_p = \text{Arus foto primer dibangkitkan (W)}$$

$$B = \text{bandwidth detector cahaya (Hz)}$$

$$M = \text{Tambahan daya sinyal pada detector cahaya (apabila yang digunakan adalah APD)}$$

$$F(M) = \text{Noise figure, menunjukkan kebaikan penguat dalam memproses sinyal. Pada sistem komunikasi serat optik}$$

$$F(M) = Mx \text{ dimana } x \text{ adalah akses faktor dari gain } (0 < X < 1)$$

3. Derau thermal (Thermal noise current)

Derau thermal adalah arus yang berasal dari struktur gerak acak elektron bebas pada komponen – komponen elektronik. Biasanya level noise ini sebanding dengan temperatur pada sistem komunikasi serat optik. Besar daya noise thermal dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Thermal noise current } (i_T^2) = \frac{4 K T_{eff} B}{R_{Load}}$$

$$\text{Dimana : Thermal noise current} = \dots A$$

$$K = \text{konstanta Boltzman } (1,38.10^{-23} \text{ joule/}^\circ\text{K})$$

$$T_{eff} = \text{effective noise temperature } (^\circ\text{K})$$

$$R_{Load} = \text{equivalent resistance } (\Omega)$$

$$B = \text{bandwidth detector cahaya (Hz)}$$

Berdasarkan rumus noise power diatas, untuk Muatan electron (q) dan konstanta boltzman (K) merupakan ketetapan dan tidak berubah-ubah. Maka yang menjadi variabelnya adalah daya sinyal yang diterima (Pr) yang diketahui melalui pengukuran. Responsivitas (R), arus gelap (i_D), bandwidth detector cahaya (B), suhu effective (T_{eff}), dan resistansi ekivalen (R_{Load}) dapat diketahui

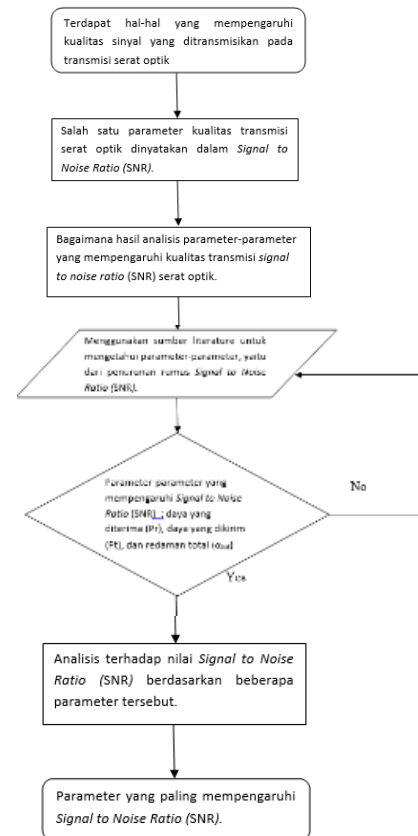
melalui *datasheet* photodetector yang digunakan. Jadi parameter *noise power* adalah daya yang diterima (P_r).

Kerangka Berpikir

Dalam pengiriman sinyal informasi menggunakan media transmisi serat optik terdapat hal-hal yang mempengaruhi kualitas sinyal yang ditransmisikan. Salah satu parameter kualitas transmisi serat optik dinyatakan dalam *Signal to Noise Ratio* (SNR). *Signal to Noise Ratio* (SNR) merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap *noise* pada suatu titik yang sama. Dimana semakin tinggi SNR maka semakin baik mutu komunikasinya. Kualitas transmisi serat optik dikatakan baik apabila *Signal to Noise Ratio* (SNR) > 21,5 dB sesuai dengan standarisasi PT.Telkom. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil analisis parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik.

Pengujian kualitas transmisi serat optik *Signal to Noise Ratio* (SNR) dilakukan di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara. Berikut parameter-parameter yang mempengaruhi *Signal to Noise Ratio* (SNR) dari penurunan rumus *signal power* terhadap *noise power*. Parameter yang mempengaruhi *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada *Signal Power* seperti daya yang diterima (P_r), daya yang dikirim (P_t), redaman total (α_{tot}) yang ketiganya diketahui dari pengukuran. Parameter yang mempengaruhi SNR pada *Noise Power* adalah daya sinyal yang diterima (P_r) yang diketahui melalui pengukuran.

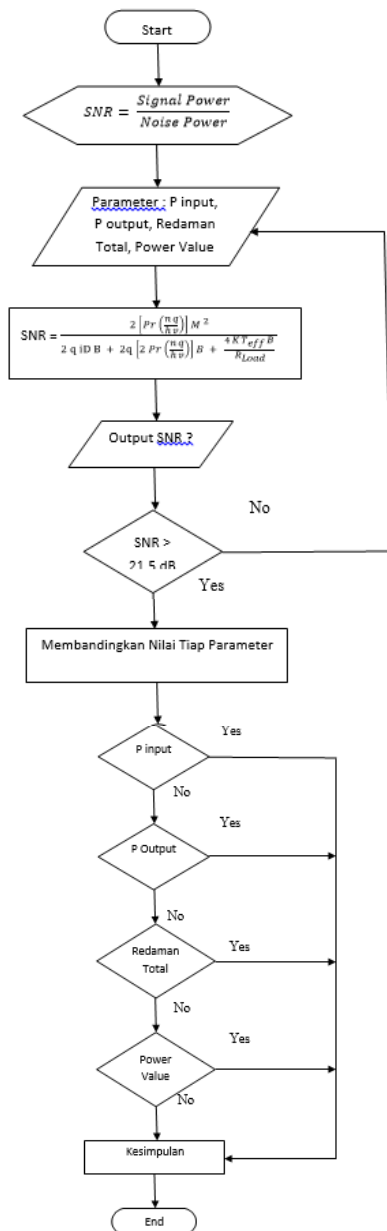
Setelah semua parameter diatas diketahui datanya barulah dilakukan analisis terhadap nilai SNR. Dari beberapa parameter tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan parameter mana yang memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai SNR serat optik. Bagan dari kerangka berpikir penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 2.15.



Gambar 1. Bagan Kerangka Berpikir

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan prosedur atau langkah-langkah dalam penelitian suatu produk yang akan dilakukan oleh peneliti. Metode yang digunakan peneliti adalah metode studi literatur dan deskriptif dengan teknik pengumpulan data observasi. Pada tahap studi literatur dilakukan studi khusus mengenai parameter *Signal to Noise Ratio* serat optik. Berikut adalah alur penelitiannya :



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

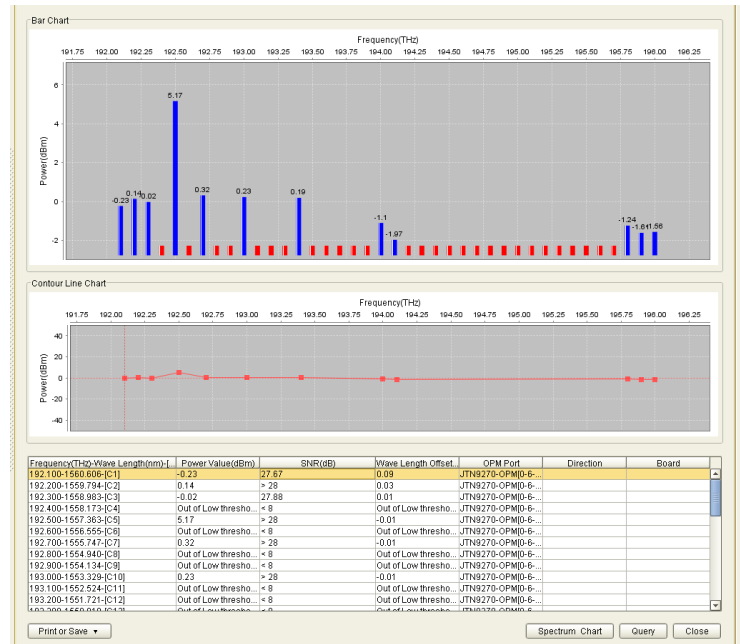
Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa perbandingan pengukuran dan perhitungan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) sesuai dengan standar perusahaan PT.Telkom dan perbandingan nilai parameter – parameter yang mempengaruhi nilai *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik ruas Jatinegara – Cikupa. Berikut hasil penelitian yang diperoleh.

4.1 Hasil Pengukuran Nilai *Signal To Noise Ratio* (SNR) Serat Optik

Berdasarkan hasil pengukuran *Signal to noise ratio* (SNR) pada transmisi serat optik ruas Jatinegara – Cikupa, didapatkan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) semua saluran

adalah diatas rata-rata 21,5 dB. Hal ini membuktikan bahwa keadaan kualitas transmisi dalam keadaan bagus. Nilai *Signal to noise ratio* (SNR) yang diukur adalah ruas Jatinegara-Cikupa dimana penerima adalah di Jatinegara. Karena menggunakan teknologi DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) maka dalam satu kabel serat optik menyalurkan beberapa panjang gelombang sekaligus. Berikut adalah data hasil pengukuran. Namun, ruang lingkup pengukuran dan perhitungan dibatasi hanya untuk saluran pertama.



Gambar 3. Hasil Ukur SNR Serat Optik ruas Jatinegara-Cikupa

Berdasarkan gambar diatas, nilai *Signal to noise ratio* (SNR) pada saluran pertama adalah 27,67 dB. Nilai tersebut telah sesuai dengan standar perusahaan yaitu > 21,5 dB. Terdapat *Power Value* yang merupakan tambahan nilai daya sinyal pada detector cahaya. Nilai *power value* pada saluran pertama adalah -0,23 dB. Nilai *power value* ini akan digunakan saat melakukan perhitungan. Pada jalur transmisi Jatinegara-Cikupa terdapat 12 saluran yang aktif, yaitu 12 panjang gelombang yang digunakan untuk menyalurkan data.

4.2 Hasil Perhitungan Nilai SNR Serat Optik

Perhitungan *Signal to noise ratio* (SNR) merupakan kombinasi dari *signal power* dan *noise power* dan juga parameter-parameter yang mempengaruhinya. Berdasarkan data yang sudah ada pada bab 3 berikut perhitungan nilai *Signal to noise ratio* (SNR) serat optik ruas Jatinegara-Cikupa pada saluran pertama :

Diketahui :

$$Pr = -11,66 \text{ dBm}$$

$$Pr = 10^{\left(\frac{-11,66}{10}\right)} = 10^{-1,166} = 0,0682 \text{ mW} = 6,82 \cdot 10^{-5} \text{ Watt}$$

$$\left(\frac{n q}{h v}\right) = R = 0,8 \frac{A}{W}$$

$$M = -0,23 \text{ dB}$$

$$I_D = 200 \text{ nA}$$

$$B = 8 \text{ Ghz}$$

$$R_{Load} = 50 \Omega$$

$$T_{eff} = 4000 \text{ K}$$

Pergitungan pada *Signal Power* :

$$i_s^2 = i_p^2 \cdot M^2$$

$$i_s^2 = (R \cdot P_o)^2 \cdot M^2$$

$$i_s^2 = \left(0,8 \frac{A}{W} \times 6,82 \cdot 10^{-5} \text{ w}\right)^2 (-0,23)^2$$

$$i_s^2 = (5,456 \cdot 10^{-5} \text{ A})^2 A^2 (0,0529)$$

$$i_s = \sqrt{29,767 \cdot 10^{-10} A^2 (0,0529)}$$

$$i_s = 5,456 \cdot 10^{-5} \text{ A} (0,23)$$

$$i_s = 1,254 \cdot 10^{-5} \text{ A}$$

Pergitungan pada *Noise Power* :

$$\begin{aligned} N &= 2 q (i_p + i_D) B M^2 F(M) + \frac{4 K T_{eff} B}{R_L} \\ &= 2 (1,625 \cdot 10^{-19} \text{ C})(5,456 \cdot 10^{-5} \text{ A} + 200 \cdot 10^{-9} \text{ A})(8 \cdot 10^9 \text{ Hz}) (-0,23)^2 + \frac{4 (1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K})(4000 \text{ K}) 8 \cdot 10^9 \text{ Hz}}{50 \Omega} \\ &= (3,25 \cdot 10^{-19} \text{ C})(5,456 \cdot 10^{-5} \text{ A} + 0,02 \cdot 10^{-5} \text{ A})(8 \cdot 10^9 \text{ Hz})(0,0529) + \frac{5,52 \cdot 10^{-23} (32 \cdot 10^{12})}{50} \\ &= 3,25 \cdot 10^{-19} (5,476 \cdot 10^{-5} \text{ A})(0,42 \cdot 10^9) + \frac{176,6432 \cdot 10^{-11}}{50} \\ &= ,25 \cdot 10^{-19} (2,29 \cdot 10^4) + 35,328 \cdot 10^{-11} \\ &= 7,44 \cdot 10^{-15} + 35,328 \cdot 10^{-11} \\ &= 0,0007475 \cdot 10^{-11} + 3,532 \cdot 10^{-11} \\ &= 3,532 \cdot 10^{-11} \text{ A} \end{aligned}$$

Maka didapatkan hasil Perhitungan *Signal To Noise Ratio* (SNR)

$$\frac{S}{N} = \frac{i_p^2 \cdot M^2}{2 q (i_p + i_D) B M^2 F(M) + \frac{4 K T_{eff} B}{R_L}} = \frac{1,254 \cdot 10^{-5} \text{ A}}{3,532 \cdot 10^{-11} \text{ A}} = 0,355 \cdot 10^6 = 355039$$

$$\text{SNR} = 10 \text{ Log } 355039 = 55,5 \text{ Db}$$

4.3 Perbandingan Nilai SNR Hasil Pengukuran, Perhitungan dan Standar PT.Telkom

Tabel 4.1 Perbandingan Nilai SNR

Hasil	Pengukuran	Perhitungan	Standarisasi
SNR	27,67 dB	55,5 dB	> 21,5 dB

Berdasarkan tabel 4.1 diatas dikatakan bahwa hasil pengukuran 27,67 dB dan hasil perhitungan 55,5 dB. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh beberapa hal seperti adanya parameter lain yang tidak diketahui dalam rumus, parameter yang ada dalam formula rumus tidak bisa dimasukkan kedalam program karena tidak bisa mensetting program dan lain sebagainya. Namun data tersebut juga telah sesuai dengan standarisai perusahaan PT.Telkom yaitu > 21,5 dB.

4.4 Perbandingan Hasil SNR Serat Optik dengan Berbagai Parameter

Data *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang telah diambil untuk melakukan perhitungan merupakan data yang diambil pada tanggal 18 September. Selanjutnya dilakukan pengukuran pada tanggal 6 November untuk melihat parameter-parameter yang mempengaruhinya berdasarkan perubahan parameter saat dilakukan pengukuran. Dibawah ini adalah tabel perubahan daya input (Pr), daya output (Pt) dan redaman total terhadap perubahan *Signal To Noise Ratio* (SNR).

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil SNR Serat Optik dengan Berbagai Parameter

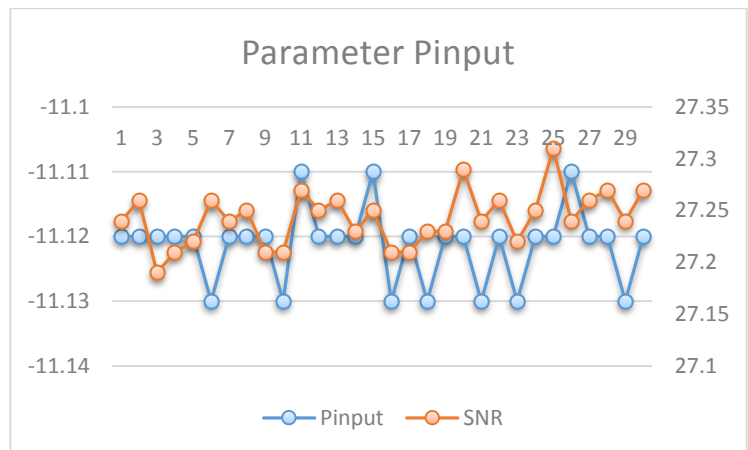
No	P Input (dBm)	P Output (dBm)	Redaman Total (dBm)	Power Value	SNR (dB)
1	-11.12	14.5	25.62	-0.72	27.24
2	-11.12	14.51	25.63	-0.7	27.26
3	-11.12	14.52	25.64	-0.76	27.19
4	-11.12	14.51	25.63	-0.75	27.21
5	-11.12	14.5	25.62	-0.74	27.22
6	-11.13	14.51	25.64	-0.7	27.26

7	-11.12	14.5	25.62	-0.76	27.24
8	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.25
9	-11.12	14.5	25.62	-0.74	27.21
10	-11.13	14.52	25.65	-0.72	27.21
11	-11.11	14.52	25.63	-0.7	27.27
12	-11.12	14.52	25.64	-0.74	27.25
13	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.26
14	-11.12	14.53	25.65	-0.72	27.23
15	-11.11	14.52	25.63	-0.7	27.25
16	-11.13	14.52	25.65	-0.76	27.21
17	-11.12	14.51	25.63	-0.74	27.21
18	-11.13	14.51	25.64	-0.72	27.23
19	-11.12	14.52	25.64	-0.72	27.23
20	-11.12	14.5	25.62	-0.74	27.29
21	-11.13	14.51	25.64	-0.7	27.24
22	-11.12	14.49	25.61	-0.72	27.26
23	-11.13	14.5	25.63	-0.74	27.22
24	-11.12	14.52	25.64	-0.72	27.25
25	-11.12	14.51	25.63	-0.69	27.31
26	-11.11	14.51	25.62	-0.72	27.24
27	-11.12	14.49	25.61	-0.72	27.26
28	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.27
29	-11.13	14.52	25.65	-0.72	27.24
30	-11.12	14.51	25.63	-0.72	27.27

Pada tabel diatas data-data yang telah diambil merupakan perubahan dalam pengukuran dalam satu hari. Pengukuran tersebut dilihat pada perubahan *Signal to Noise Ratio* (SNR) saluran pertama. Dapat dilihat perubahan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang sedikit menurun karena perubahan nilai redaman total, *power value*, dan juga perubahan nilai daya yang dikirim (Poutput) yang menyebabkan nilai daya yang diterima (Pinput) juga berubah. Nilai P Input memiliki rentang nilai antara -11.11 dBm sampai -11.13 dBm; Nilai P Output memiliki rentang nilai antara 14.49 dBm sampai 14.52 dBm; Nilai redaman total memiliki rentang nilai antara 25.61 dBm sampai 25.65 dBm; Nilai power value memiliki rentang nilai antara -0.69 dBm sampai -0.76 dBm; Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) memiliki rentang nilai antara 27.21 dB sampai 27.31 dB. Namun perubahan angka ini tidak menjadi masalah karena tidak berubah hingga tiga digit. Jika berubah hingga tiga digit maka perlu dilakukan pemeriksaan kembali karena akan sangat mempengaruhi perjalanan transmisi serat optik.

4.4.1. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Pinput

Untuk melihat parameter mana yang paling mempengaruhi maka data-data yang telah didapatkan tersebut dianalisis menggunakan grafik berikut ini.

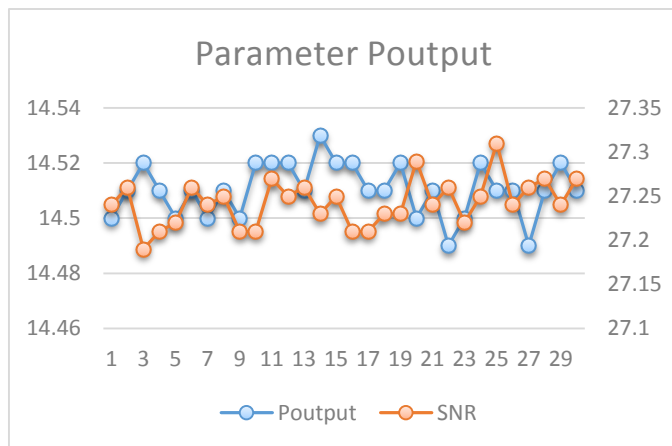


Gambar 4. Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Pinput

Pinput merupakan daya yang masuk dan diterima (*receive*) oleh perangkat detector cahaya. Dalam hal ini rentang nilai Pinput hanya -11.11 dBm, -11.12 dBm, dan -11.13 dBm. Berdasarkan data pada tabel 4.2 dan gambar 4.2, dapat diketahui bahwa perubahan daya input (*Pr*) tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik. Perubahan daya input (*Pr*) tergantung pada daya output (*Pt*) yang dikirim dikurang dengan nilai redaman total. Jadi dapat diketahui bahwa daya input (*Pr*) tidak mempengaruhi perubahan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR).

4.4.2. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Poutput

Poutput merupakan daya yang dikeluarkan (*transmitted*) untuk mengirimkan cahaya. Seharusnya nilai Poutput yang tinggi akan menyebabkan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) semakin naik. Namun perubahan nilai Poutput tidak sejalan dengan perubahan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), ini disebabkan oleh adanya parameter lain yang lebih mempengaruhi nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), sedangkan parameter Poutput hanya memberikan pengaruh yang sedikit. Hasil pengukuran nilai Poutput pada saluran pertama serat optik ruas Jatinegara-Cikupa ditunjukkan pada gambar 4.3.

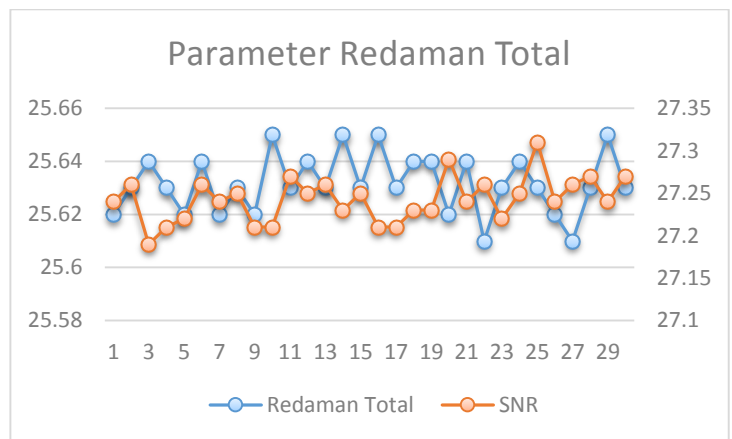


Gambar 5. Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Poutput

Berdasarkan gambar 4.3, grafik perbandingan nilai daya output atau daya yang dikirimkan tidak memberikan pengaruh yang sedikit terhadap perubahan *signal to noise ratio* (SNR). Pada data ke 3, nilai Poutput meningkat namun nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total yang meningkat. Pada data ke 5, nilai Poutput menurun, namun karena adanya nilai redaman total yang turun dan *power value* yang menaik maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) semakin naik. Pada data ke 10 dan 11 memiliki nilai Poutput yang sama, namun karena data ke 11 memiliki nilai redaman total lebih kecil dan nilai *power value* lebih besar daripada data ke 10, maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) meningkat. Sedangkan data ke 12, nilai redaman meningkat maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) menjadi turun. Pada data ke 13, *signal to noise ratio* (SNR) meningkat karena nilai redaman total menurun. Data ke 14, *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total meningkat. Pada data ke 20 dan 22, *signal to noise ratio* (SNR) meningkat karena nilai redaman total menurun padahal nilai Poutput menurun. Berbeda dengan data ke 21 *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena adanya nilai redaman total yang meningkat juga pada data ke 23 karena nilai redaman total meningkat. Sedangkan data yang ke 25 *signal to noise ratio* (SNR) meningkat karena *power value* yang besar, berbeda dengan data ke 26 *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena *power value* yang menurun pada nilai redaman total menurun. Pada data ke 29, *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total yang meningkat padahal Poutput meningkat. Jadi Poutput tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan *signal to noise ratio* (SNR).

4.4.3. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Redaman Total

Perubahan nilai redaman total mempengaruhi nilai *signal to noise ratio* (SNR) serat optik. Agar *signal to noise ratio* (SNR) meningkat maka nilai redaman total tidak boleh meningkat, namun karena adanya pengaruh parameter lain yaitu *power value* memberikan pengaruh juga terhadap perubahan nilai *signal to noise ratio* (SNR) serat optik. Berikut penjelasan gambar 4.3.

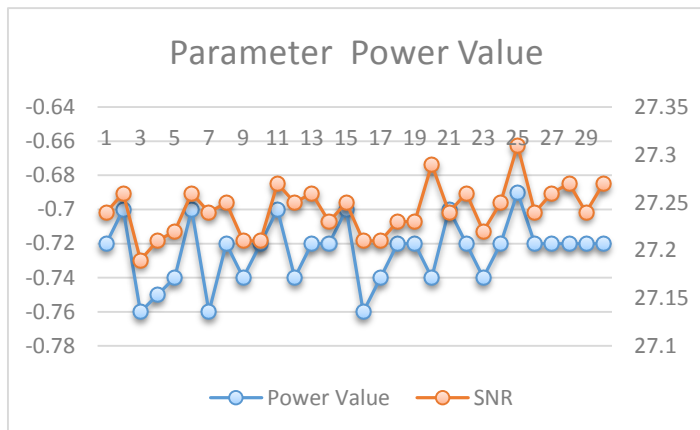


Gambar 6. Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Redaman Total

Berdasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.4 pada data ke 2, nilai redaman total meningkat namun karena *power value* meningkat maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) juga meningkat. Pada data ke 3, nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena nilai redaman total meningkat dan *power value* menurun. Data ke 4, nilai redaman total menurun namun *power value* meningkat menyebabkan *signal to noise ratio* (SNR) meningkat. Data ke 6, nilai redaman total meningkat namun *power value* meningkat menyebabkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) meningkat. Data ke 7, nilai redaman total menurun namun *power value* menurun menyebabkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) meningkat. Data ke 8, nilai redaman total meningkat namun karena *power value* meningkat maka *signal to noise ratio* (SNR) juga meningkat. Data ke 9, nilai redaman total menurun dan *power value* menurun maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun, begitu juga seterusnya. Nilai redaman total memberikan pengaruh yang berarti terhadap perubahan nilai *signal to noise ratio* (SNR). Untuk mendapatkan kualitas transmisi *signal to noise ratio* (SNR) yang bagus maka nilai redaman total harus sangat kecil dan *power value* yang besar agar nilai *signal to noise ratio* (SNR) semakin besar.

4.4.4. Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Power Value

Power value merupakan nilai tambahan daya pada detector cahaya. *Power value* juga mempengaruhi perubahan *signal to noise ratio* (SNR) serat optik. Semakin tinggi nilai *power value* maka nilai *signal to noise ratio* (SNR) juga akan semakin tinggi.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Hasil SNR dengan Hasil Power Value

Dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.5, perubahan nilai *signal to noise ratio* (SNR) sejalan dengan perubahan nilai *power value*. Pada data ke 13 dan 14, *power value* sama namun *signal to noise ratio* (SNR) berubah karena adanya pengaruh redaman total yang lebih besar pada data ke 14 yaitu 25,65 dBm yang menyebabkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun. Data ke 25 memiliki nilai *power value* yang lebih besar yaitu -0,69 dB menyebabkan nilai *signal to noise ratio* (SNR) tinggi yaitu 27,31 dB. Pada pengambilan data ke 27 sampai 30, nilai *power value* tetap namun perubahan *signal to noise ratio* (SNR) disebabkan oleh perubahan nilai redaman total. Pada data ke 29 nilai *signal to noise ratio* (SNR) menurun karena adanya redaman total yang tinggi yaitu 25,65 dBm, sedangkan pada data ke 30 redaman totalnya 25,63 dBm.

Pembahasan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan maka dapat diketahui parameter yang mempengaruhi *signal to noise ratio* (SNR) tidak hanya redaman total, namun juga nilai *power value* yaitu nilai daya tambahan yang digunakan perangkat photodetector APD. Pada saat pengambilan data, perubahan *signal to noise ratio* (SNR) dan *power value* berbeda tempat dengan perubahan Pinput, Poutput dan redaman total sehingga bisa saja terjadi perubahan Pinput, Poutput dan redaman total yang tidak seiring dengan perubahan *signal to noise ratio* (SNR) dan *power value*.

Sejauh ini ditemukan dua parameter yang sangat mempengaruhi perubahan *signal to noise ratio* (SNR) yaitu nilai redaman total dan *power value*.

Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan selama penelitian, analisis parameter *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik di PT.Telkom, Tbk ruas Jatinegara – Cikupa dapat disimpulkan bahwa: *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik diketahui telah dipengaruhi oleh berbagai faktor yang ada diantaranya yaitu Pinput (daya yang diterima), Poutput (daya yang dikirim), redaman total, dan *power value* (nilai daya tambahan sinyal). Didapatkan hasil penelitian parameter yang paling mempengaruhi perubahan kualitas transmisi *Signal to Noise Ratio* (SNR) serat optik secara signifikan yaitu *power value* dan redaman total. Dimana *power value* diperoleh dari nilai daya tambahan sinyal photodetector APD dan redaman total diperoleh dari jumlah total keseluruhan redaman yang terjadi sepanjang transmisi serat optik. Agar kualitas transmisi semakin meningkat atau semakin bagus maka daya sinyal harus lebih besar daripada *noise*. Ini dipengaruhi oleh nilai redaman total yang harus seminim mungkin dan nilai *power* (*power value*) harus tinggi, maka dapat disimpulkan nilai redaman total berbanding terbalik dengan *power value*.

Saran

1. Penggunaan perangkat-perangkat pengukuran disarankan dijaga keamanannya agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan saat melakukan pengukuran.
2. Sebaiknya pengecekan alat pengukuran dan kualitas transmisi khususnya *signal to noise ratio* (SNR) dilakukan secara berkala, agar mengetahui kondisi suatu jaringan serat optik.
3. Dengan adanya keterbatasan tempat dan waktu, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat lebih menganalisis *signal to noise ratio* (SNR) kemungkinan adanya parameter lain yang mempengaruhi *signal to noise ratio* (SNR) serat optik dan juga menganalisis kualitas transmisi lainnya yaitu *bit error rate* (BER) untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. *PL 1.3-Dasar Sistem Komunikasi Optik, OPTICAL ACCESS NETWORK*. Bandung: PT.Telkom Indonesia, Tbk TELKOMRIS TI (R&D Center).
- Crisp, Jhon. & Elliot, Barry. 2006. *Serat Optik Sebuah Pengantar*. Ed ke-3. Jakarta: Erlangga.
- [FT] Fakultas Teknik. 2006. *Buku Pedoman Skripsi/Karya Inovatif/Komprehensif*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Keiser, Gerd. 1991. *Optical Fiber Communication*. Ed ke-2. USA: Mc Graw-Hill, Inc.
- <https://adeadnani.wordpress.com/2011/04/01/teknologi-dwdmdense-wavelength-division-multiplexing> [10 November 2015]
- [Http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/media-transmisi-tipe-kabel](http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/media-transmisi-tipe-kabel) [9 September 2015].
- [Http://kbbi.web.id/analisis](http://kbbi.web.id/analisis) [2 September 2015].
- Santoso, Gatot. 2005. *Teknik Telekomunikasi*.
- Santos, Gempur. 2005. *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Surabaya : Prestasi Pustaka Publisher.
- Toago, P Sembara, dkk, *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) berteknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Citralandu Palu*, Universitas Tadulako: Sulawesi Tengah.
- Fajri Tanjung, Akhmad Hambali & R.Bambang Cahyo Widodo, *Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Coarse Wavelength Multiplexing (CWDM) Untuk Perumahan Pesona Ciwastra Village Bandung*, Universitas Telkom: Bandung.
- Widodo, Thomas Sri. 1995. *Optoelektronika, Komunikasi Serat Optik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Zulfadjri Basri.H, Rhiza S.Sadjad & Zet Yulius.B, *Jaringan Lokal Akses Fiber Dengan Konfigurasi Jaringan Fiber To The Home*, Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Siagian, Yetha Vionita. 2016. *Analisis Parameter-Parameter yang Mempengaruhi Kualitas Transmisi Signal To Noise Ratio (SNR) Serat Optik di PT.Telkom, Tbk STO Jatinegara Ruas Jatinegara-Cikupa*. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.